

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2024-68**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DTIS/SYD

Tél. : 05 62 25 26 54

Responsable(s) du stage : Stéphanie Roussel et
Gauthier Picard

Email : stephanie.roussel@onera.fr
gauthier.picard@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Intelligence artificielle et décision, Robotique et autonomie

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : PERFECT: PERformant and Robust ready-to-fly FIEet ConfiguraTion: from robot to mission plan

Sujet : 1 - Contexte et objectifs du stage

Avec l'autonomie croissante des robots terrestres, aériens ou maritimes, les flottes de robots sont aujourd'hui utilisées pour de nombreux types de mission. C'est par exemple le cas de la livraison de colis, des taxis volants, de l'exploration de zones, de mission de sauvetage ou de l'intervention sur des lieux de catastrophe. Certaines de ces applications nécessitent des flottes de robots hétérogènes, i.e. qui ont des capacités différentes, telles que détecter, communiquer, observer, se déplacer, etc. Par exemple, une mission d'exploration peut requérir la collaboration de robots terrestres ayant au moins la capacité de se déplacer et de drones ayant au moins la capacité d'observer.

La réussite d'une mission multi-robot repose, entre autres, sur la configuration de la flotte réalisant la mission [Mittal et Frayman 1989]. Par configuration, nous entendons le dimensionnement de la flotte, mais également le choix de l'ensemble des équipements de chaque robot, lui conférant certaines capacités. Ce problème soulève de nombreux sujets de recherche tels que :

- la représentation/modélisation de connaissances de configuration (langage compact de modélisation),
- l'élicitation des contraintes (ce qui est autorisé ou interdit) et des critères (ce qui est préféré) qui s'appliquent, à la fois à la configuration de la flotte et à chaque robot la composant,
- mais encore le développement d'algorithmes pour générer des solutions optimales ou tout du moins de bonne qualité.

Un aspect important pour une flotte multi-robot est que celle-ci soit performante et robuste pour la mission qu'elle devra réaliser. Par exemple, pour une mission de type livraison de colis, la performance de la flotte peut être définie par le temps nécessaire pour réaliser toutes les livraisons et sa robustesse par la capacité de la flotte à réaliser la mission malgré la panne d'un ou plusieurs robots avec une moindre perte de performance. L'évaluation de la performance et/ou la robustesse d'une flotte pour une configuration donnée passe généralement par la génération d'un (ou des) plan(s) de mission pour la flotte puis l'analyse de métriques associées à ce(s) plan(s). La génération de tels plans est un problème combinatoire. Nous entendons par plan(s) de mission, l'allocation des différentes tâches de la mission aux robots et leur ordonnancement, satisfaisant les contraintes (temporelles, disponibilité des ressources, etc) et optimisant les critères de performance et/ou de robustesse (durée de la mission, minimisation des ressources utilisées, gestion des aléas, etc). Par exemple, déterminer le temps minimum pour réaliser la livraison de colis par un certain nombre de robots dont les capacités sont fixées a priori est un problème difficile (problème NP-complet de tournées de véhicules [Adewumi and Adeleke, 2018]). De même, les problèmes de planification sous incertitude constituent un vaste sujet de recherche [Blythe, 1999, Chari et al. 2014].

En pratique, la performance et la robustesse d'une flotte pour sa mission sont souvent approximées au moment de sa configuration. C'est seulement une fois que la flotte est configurée qu'un plan performant et robuste pour la mission est généré, permettant ainsi d'évaluer finement la performance et la robustesse.

Cependant, cet aspect séquentiel peut conduire à des solutions non optimales. Par exemple, une flotte sous-dimensionnée ou mal configurée peut impacter fortement la performance d'une mission ou même la mettre en échec. Dans l'autre sens, certaines missions peuvent requérir des configurations de flotte spécifiques et/ou des configurations de robots spécifiques pour que les objectifs de performance soient atteints. Par exemple, une mission de sauvetage peut demander des capacités de communication particuliers pour certains robots servant de routeur. Par ailleurs, certains travaux de recherche traitent simultanément la configuration d'une flotte et la planification optimale de cette dernière [Lemme et al. 2019, List et al. 2003, Pinto et al. 2018]. Toutefois, le problème de configuration associé est faiblement combinatoire dans le sens où il est possible d'énumérer l'ensemble des configurations au moment de la planification de la mission.

2 - Démarche générale du stage

La démarche générale du stage consistera à travailler d'abord sur des cas simples et à les complexifier au fur et à mesure. Plus précisément, nous commencerons par travailler sur des missions à base de tournées de véhicules. Cela permettra d'initier les travaux sur des applications pour lesquelles il existe des travaux dans la littérature. Du point de vue de la configuration, nous pourrions considérer des configurations simples, dans le sens où elles seraient "réduites" à la juxtaposition des configurations de chaque robot et donc sans aucun aspect organisationnel. Nous pourrions alors réutiliser des langages de représentation existants (e.g. la programmation par contraintes). Nous nous concentrerons dans un premier temps sur des définitions classiques de performance et de robustesse de mission et le premier travail s'agira de définir une approche efficace pour la configuration optimale de la flotte (en mono ou multi-objectifs), avec l'ensemble des aspects sous-jacents évoqués précédemment. Une première phase expérimentale sera alors mise en œuvre pour analyser les limites des approches et améliorer ces dernières.

3 – Informations complémentaires

Le stage de 6 mois se déroulera à l'ISAE SUPAERO sous la direction d'Élise Vareilles (ISAE SUPAERO), Stéphanie Roussel (ONERA) et Gauthier Picard (ONERA).

4 - Références bibliographiques

Sanjay Mittal and Felix Frayman. Towards a generic model of configuraton tasks. In Proceedings of the 11th International Joint Conference on Artigicial Intelligence - Volume 2, IJCAI'89, page 1395–1401, San Francisco, CA, USA, 1989. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Aderemi Oluyinka Adewumi and Olawale Joshua Adeleke. A survey of recent advances in vehicle routing problems. International Journal of Assurance Engineering and Management, 9(1):155–172, 2018.

Jim Blythe. An overview of planning under uncertainty. Artificial intelligence today, pages 85–110, 1999.

Tarek Chaari, Sondes Chaabane, Nassima Aissani, and Damien Trentesaux. Scheduling under uncertainty: Survey and research directions. In 2014 International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT), pages 229–234, 2014

Rafael F.F. Lemme, Edilson F. Arruda, and Laura Bahiense. Optimization model to assess electric vehicles as an alternative for fleet composition in station-based car sharing systems. Transportation Research Part D: Trans- port and Environment, 67:173–196, 2019.

George F List, Bryan Wood, Linda K Nozick, Mark A Turnquist, Dean A Jones, Edwin A Kjeldgaard, and Craig R Lawton. Robust optimization for fleet planning under uncertainty. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 39(3):209–227, 2003.

Roberto Pinto, Alexandra Lagorio, and Ruggero Golini. Urban freight fleet composition problem. IFAC-PapersOnLine, 51(11):582–587, 2018. 16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing IN MOSIM 2018.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **A renseigner**

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : février-août 2024

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Recherche opérationnelle, intelligence artificielle, programmation par contrainte, planification, configuration

Ecoles ou établissements souhaités :

Université ou grande école